

光伏电抗器工作状态下的感量损耗测试



客户简介

某高新技术企业客户，聚焦于半导体器件和电驱系统的研发。运营总部位于上海市，目前已在国内及海外多处设立研发生产中心。已与目前国内多家主流整车厂及新能源客户达成长期合作。

客户Q&A



在光伏逆变器中，**滤波电抗器产生的损耗会直接影响光伏逆变器的效率**。因此我需要验证电抗器在工作状态下的损耗，并与理论仿真模型进行对比。



电抗器的性能验证一般分为静态测试和动态测试。
在动态测试中，建议使用功率分析仪测试电抗器电感在工作状态下的损耗。



所研发的光伏逆变器中，IGBT开关频率范围约为10kHz-100kHz。
由于这项测试对精度有很高的要求，在动态测试中，如何准确地测试电感损耗？

使用**功率分析仪PW8001搭配输入单元U7005，通过AC/DC电流传感器CT6904A**进行测试，该方案**可达到上述开关频率5倍以上的测试带宽**，同时具备**行业内高精度（组合精度 $\pm 0.057\%$ ）**。

此外，HIOKI功率分析仪的**相位补偿**功能可实现1MHz内的相位误差小于0.1°。
另外，主机能够自动识别HIOKI电流传感器。因此只需将传感器连接到功率分析仪，即可通过HIOKI独有技术实现多种信号的高精度测试。



功率分析仪PW8001

准确评估功率转换效率。功率基本精度 $\pm 0.05\%$ ，采样率18bit。8个通道可自由搭配2种输入单元¹来构建适合的测量系统。

自动补偿HIOKI电流传感器的相位特性，输入单元U7005的功率测量基本精度0.03%，最大输入电压1000 V (± 2000 V peak)，测量频率带宽0.1Hz~5MHz。



PW8001

AC/DC电流传感器CT6904A系列

同时具备高精度和高带宽的闭口型电流传感器，最大可测量AC/DC 800A，系列振幅特性：DC~最高4 MHz，基本精度(DC时 $\pm 0.030\%$ rdg. $\pm 0.009\%$ f.s.；

$45\text{ Hz} \leq f \leq 65\text{ Hz}$ 时 $\pm 0.025\%$ rdg. $\pm 0.009\%$ f.s.， $\pm 0.08^\circ$)。与功率分析仪

PW8001以及输入模块U7005搭配使用时，组合精度可达 $\pm 0.057\%$

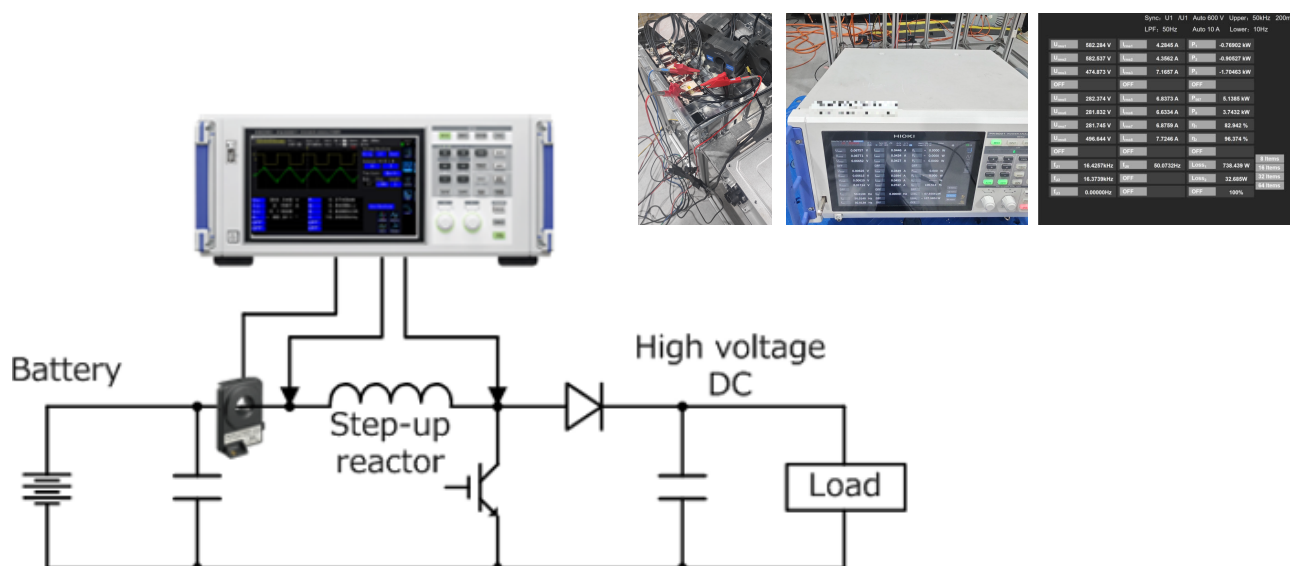


CT6904A

¹ 两种输入单元分别是U7001以及U7005，具体参数请至日置官网查询。

实测回顾

该电抗器的接线方式和实测场景如下，测试时需要使用3个通道(2路输入和1路输出)，分别测试各通道的电压&电流，通过PW8001计算功率和损耗。PW8001搭载UDF(用户自定义函数)功能，可通过设定公式实现动态测试场景中的电抗器电感 L_s 等参数的运算。



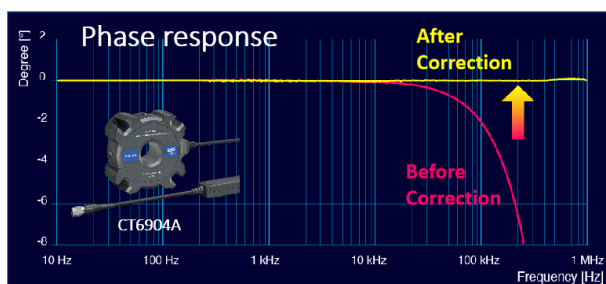
*右侧测试界面仅作为示例展示，非客户端真实测试数据

案例衍生

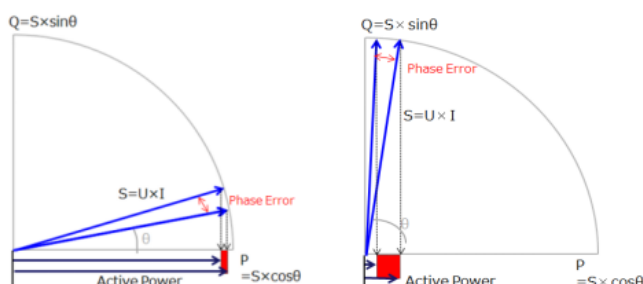
关于HIOKI高频电流传感器技术

当大电流流过测量对象时,很难用一般的分流电阻测量。若利用分流电阻进行测量,为了降低分流电阻中的功率损耗需要选用低电阻的分流电阻。因此,寄生电感等引起的频率特性的恶化是不可避免的,还会有因分流电阻发热测量值漂移导致再现性降低等缺点。所以推荐使用电流传感器进行测量。

一般电流传感器超过 10 kHz 时附近相位延迟就会很明显。所以要把握使用的电流传感器的相位特性,通过功率分析仪正确补偿电流传感器的相位特性进行测量。PW8001 读取支持自动相位补偿功能的电流传感器数据,自动补偿相位误差进行测量,这样就能在宽测量带宽中进行低相位误差的功率测量了。



例1: 下图展示了HIOKI AC/DC电流传感器CT6904A在频域中的相位特性,以及相位补偿前后相位角的变化。



例2: 高功率因数(左)以及低功率因数(右)的场景下,相位偏差对于有功功率造成的误差不同,低功率因数的场景下将会产生更多误差(对比两图中横轴上的红色部分)。

电抗器的其他相关测试

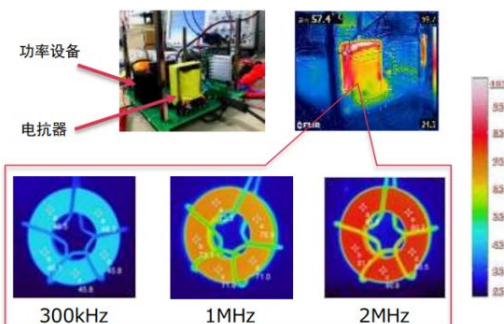
电抗器工作状态下的热流和温度测试方案

使用数据采集仪LR8450对工作状态下的电抗器表面进行多点温度测试



LR8450

被动元件(电抗器)中的发热例

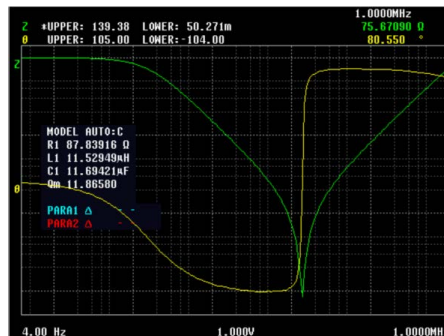


电抗器研发过程中的特性评估

使用LCR系列产品描绘电抗器的特定频段中的扫频曲线以及等效回路分析



IM3570



©日置(上海)测量技术有限公司
application_PW8001_能源_ZCH_C1_241212